

Eine Sehne stellt die Verbindungen zwischen Muskel und Knochen sicher und überträgt die Muskelkraft auf das Skelettsystem. Ein Muskel setzt sich im einfachsten Fall aus dem Muskelbauch und seinen Endstücken, den weisslich glänzenden Ursprungs- und Ansatzsehnen zusammen.

Sehnen bestehen wie alle Strukturen des Binde- und Stützgewebes aus fixen Zellen und einer gallertigen Zwischenzellsubstanz, in die hauptsächlich kollagene Fasern eingelagert sind. Es mag erstaunen, dass auch die Sehne zu 55–70% aus Wasser besteht, die restlichen 30–45% setzen sich zum grössten Teil aus Kollagenfasern und aus einem untereinander verbundenen Netzwerk von Zellen zusammen. Ein weiterer Bestandteil ist das Elastin, das die Sehne etwas elastisch macht. Die Kollagenfasern aber sind es, die der Sehne ihre Festigkeit verleihen. In entspanntem Zustand der Sehne sind die Fasern gewellt; steht die Sehne unter Zug, so straffen sich auch die Fasern und übertragen die Kraft auf den angeschlossenen Knochen. Entgegen früheren Ansichten finden wir in der Sehne auch kleine Blutgefässe und einzelne Nerven. Nur 1–2% des Sehnenquerschnittes machen aber Blutgefässe aus.

Die Sehne ist in mehrere kleine Einheiten aufgeteilt, die von Bindegewebsschichten umgeben sind. Um die gesamte Sehne befindet sich eine geschmeidige Hülle (Paratenon), welche die Sehne von den umliegenden Strukturen trennt. An Stellen, an denen die Sehne grosser Reibung ausgesetzt ist, bildet sich eine Sehnenscheide, die diese Kräfte optimal absorbiert. An der Stelle, an der die Sehne überwiegend auf Druck beansprucht wird, bildet sich Knorpelgewebe. In den Sehnen sind auch Rezeptoren eingebaut, welche die Sehnen-spannung registrieren und an den angeschlossenen Muskel zurückkoppeln, wodurch eine zu grosse Sehnenspannung und damit die Gefahr eines Risses vermieden wird.

Ganz unterschiedliche Sehnenlängen

Die Sehnenfasern verlaufen nicht immer als parallel verlaufendes Bündel wie in einem Kabel, sondern zeigen verschiedene Verläufe, die der optimalen Zugrichtung der vom Muskel entwickelten Kraft entsprechen. Am Übergang zum Muskel gehen die Sehnenfasern nahtlos in die zusammenlaufenden Muskelfaserhüllen über. Am anderen Ende, vor dem Übergang in den Knochen, durchlaufen die Sehnenfasern gebündelt und sich teilweise überkreuzend zunächst eine dem festen Knochen vorgelagerte Knorpelzone. Dadurch kann die vom Muskel entwickelte Kraft gedämpft auf den Knochen übertra-



FOTO: ANDREAS GONSETH

Sport & Sehnen

Meist ist die Rede von kräftigen Muskeln oder beweglichen Gelenken. Doch ohne das Bindeglied dazwischen wären beide zur Wirkungslosigkeit verurteilt. Die Sehnen sind es, die – meist diskret im Hintergrund – die ganze Bewegungsenergie auf den Körper übertragen.

gen werden. Einzelne Sehnen sind am Knochen an speziellen Vorsprüngen befestigt, den so genannten Apophysen, die grosse Zugkräfte aushalten müssen und deshalb sehr widerstandsfähig sind.

Je nach Funktion des angeschlossenen Muskels haben die Sehnen ein unterschied-

liches Aussehen. Wir finden zum einen sehr kurze, kaum als solche erkennbare Sehnen, wie z.B. die des grossen Brustmuskels, der flächig am Brustbein ansetzt. Andere flächige bzw. platte Sehnen, auch Aponeurosen genannt, setzen nicht an einem Knochen an, sondern an festen Bändern, wie z. B. die

Sehne der schrägen Bauchmuskulatur, welche zum Leistenband zieht. Die Bauchmuskulatur zeigt auch eine andere Besonderheit, indem der gerade Bauchmuskel über eine Sehnenplatte mit den schrägen Bauchmuskeln verbunden ist und alle gemeinsam zur vorderen Stabilisierung des Rumpfes beitragen. Andere Muskeln, wie z.B. der Unterarmstrecker (Trizeps) lassen ihre sehnigen Ausläufer zu einer gemeinsamen, kräftigeren Sehnenplatte zusammenwachsen.

Die meisten Sehnen aber haben die Form von mehr oder weniger langen Seilen, vor allem zu finden an den Sehnen der Beuge- und Streckmuskulatur von Unterarm und Unterschenkel, die zu den Fingern bzw. zu den Zehen ziehen. Dicke und breite Sehnen gehören meist zu kräftigen Muskeln, die in erster Linie der Stütze und Stabilisierung des Körpers dienen. Die langen und dünneren Sehnen gehören zu eher schlankeren Muskeln, die vorwiegend für Bewegung und Feinmotorik zuständig sind. Die meisten langen Sehnen gleiten in so genannten Sehnenscheiden, das sind doppelwandige Gleitröhren, die mit einer schmierenden Flüssigkeit ausgefüllt sind, in welcher die Sehne gleitet und von der sie gleichzeitig auch Nährstoffe bezieht.

Sehnenscheiden finden wir überall dort, wo Sehnen lange Strecken bis zu ihrem Ansatz zurücklegen und dabei abgewinkelt über Knochenvorsprünge verlaufen. Auf diese Weise wird bei Bewegungen die Reibung der Sehnen mit dem umgebenden Gewebe vermindert. Nicht alle Sehnen haben eine Sehnenscheide, in der sie gleiten. Kurze, dicke und starke Sehnen gleiten in einer dünnen Verschiebeschicht, der beim Übergang über eine knöchernen Unebenheit ein so genannter Schleimbeutel – quasi eine Sehnenscheide im Beutelformat –, zwischengeschaltet ist.

Auch Sehnen kann man trainieren

Manche Sehnen sind sehr lang, wie die breite Sehne des Abspreizmuskels am äusseren Beckenrand, die seitlich am Oberschenkel – einem Generalstabsstreifen ähnlich – zum Wadenbeinköpfchen zieht. Andere wiederum sind sehr kurz und flächig, wie die Sehne des 4köpfigen Oberschenkelmuskels, welche an die Knie-scheibe zieht. Die Achillessehne wiederum ist queroval und fingerdick und gehört zusammen mit der Patellasehne zu den stärksten Sehnen des Körpers.

Bis heute glaubt man, dass die Anpassungsfähigkeit der Sehne an wiederholte Trainingsreize nur sehr gering sei. Dies beruht im Wesentlichen auf der Beobachtung,

dass die belastungsbedingten Anpassungen der Sehnen im Vergleich zu denen der Muskulatur und der Knochen augenfällig sind und langsamer ausfallen. Aus Tierversuchen hingegen ist bekannt, dass sich der Stoffwechsel des Bindegewebes und damit auch jener der Sehne, sehr wohl an erhöhte oder erniedrigte Belastungen positiv (aber auch negativ) anpassen kann.

Entgegen der weit verbreiteten Meinung, dass sich die Blutversorgung der Sehnen einer Belastung nicht anpassen kann, nimmt die Durchblutung der Sehne unter körperlicher Belastung um das 3- bis 7fache des Ruhewertes zu. Im Unterschied dazu steigt die Durchblutung des Muskels unter Belastung um das 10- bis 20fache. Auch die Sehnen verbrauchen Energie: die Aufnahme von Glukose und Sauerstoff steigt deshalb unter Belastung um das 2- bis 3-fache des Ruhewertes an (zum Vergleich: im Muskel beträgt der Anstieg das 7- bis 15fache!).

Sehnen gehören zwar zu den Geweben mit einem trägen Stoffwechsel, dennoch beträgt der Umsatz an kollagenen Fasern einer Sehne rund 1% pro Tag und übersteigt damit jenen des Muskels. Zum Vergleich: der Knochen hat einen Kollagenumsatz von rund 7% pro Tag, die Haut sogar einen doppelt so hohen.

Auch die Anpassung des Sehnenstoffwechsels an körperliche Belastung geschieht schneller als bisher angenommen. Mittels neueren Techniken (Mikrodialyse) lässt sich nachweisen, dass der Kollagenumsatz einer Sehne bereits nach einem dreistündigen Lauf ansteigt und noch drei Tage später erhöht ist. Ein langfristiges Training von fünfmal pro Woche zeigt bei zuvor Untrainierten innert



FOTO: ANDREAS GONSETH

Trainierte Sehnen sind oft etwas dicker als diejenigen bei Untrainierten.

Dr. med. Matteo Rossetto, Internist und Sportmediziner mit eigener Praxis und medizinischer Leiter von Äquilibris-Training in Basel. Mitglied des Medical Teams im Schweizerischen Leichtathletikverband.

vier Wochen eine deutlich gesteigerte Produktion von Kollagenfasern, die noch knappe drei Monate anhält. Umgekehrt führte die hohe Belastung in den ersten Trainingswochen zu einem gesteigerten Abbau von Kollagen in der Sehne, wodurch deren Belastbarkeit kurzfristig sinkt. Erst nach gut vier Wochen Training übertrifft der Aufbau von Kollagenfasern dessen Abbau, womit sich die Sehne positiv an das Training anpasst.

Krafttraining für starke Sehnen

Dieses Phänomen erklärt die häufigen Sehnenbeschwerden in den ersten Wochen einer Trainingsaufnahme oder deutlichen Belastungssteigerung. Als Folge einer chronischen Belastung haben Trainierte die etwas dickeren, vor allem aber belastbareren Sehnen als Untrainierte. Diese Dickenzunahme betrifft aber nicht zwingend die ganze Sehne, sondern beim Laufen vor allem die ansatznahen Teile der Achillessehne am Fersenbein. Gleichzeitig nehmen auch die Kapillaren im Sehnengewebe und damit die Sehnendurchblutung zu.

Auch Krafttraining hat Auswirkungen auf die Sehnen: Mit der Zunahme von Muskelmasse und -kraft nimmt auch die Anzahl Kollagenfasern und damit die mechanische Festigkeit seiner Sehne zu. Muskel-Sehnen-Komplexe haben zudem in beschränktem Mass die Fähigkeit, Bewegungsenergie wie in einer Feder zu speichern und in der folgenden Bewegungsphase wieder abzugeben. Dieses Phänomen ist durch die kettenförmige Verbindung der Muskel-Sehnen-Einheit der Fussgelenke beim Laufen besonders ausgeprägt. Durch die Verbindung wird die Energie in der Landephase in den Sehnen aufgenommen und beim nächsten Abstoss wieder freigesetzt.

Wie der Muskel nach einer ungewöhnlich hohen Belastung verzögert mit Schmerzen – dem bekannte Muskelkater – reagieren kann, so können auch die entsprechenden Sehnen nach einer akuten Belastung schmerzen. Dies kommt durch einen Entzündungsprozess in der Sehne zustande, bei dem Entzündungsfaktoren (so genannte Prostaglandine) gebildet werden. Im Rahmen dieser Entzündungsreaktion werden gewisse Substanzen gebildet, welche die freien Nervenendigungen der Sehnen reizen und damit den typischen Schmerz auslösen. Durch die Einnahme von Entzündungshemmern kann zwar die Produktion von Prostaglandinen und damit die Entzündungsant-

WAS SIE SCHON IMMER WISSEN

FOTO: ANDREAS GONSETH



Eine chronische mechanische Überlastung kann zu einer Sehnenentzündung führen

wort auch in der Sehne verringert werden, doch scheint die Sehne im Unterschied zum Muskel auf diese Massnahme mit einer Verringerung ihrer Durchblutung zu antworten, was sie wiederum für Schäden anfälliger machen würde.

Sehnenprobleme im Sport

Sehnenrisse im Sport entstehen vor allem durch mechanische Überbelastung meist vorgeschädigter Sehnen. Denn obwohl die Sehnen eine hohe Zugfestigkeit besitzen, sind sie gegenüber Scherkräften oder Druckeinwirkung relativ anfällig. Eine geschädigte Sehne kann schon bei durchschnittlichen oder alltäglichen Belastungen reissen. Eine gesunde Sehne reisst nur bei extremen Belastungen oder durch äussere Gewalteinwirkung. Auslösende Mechanismen für Sehnenrisse können sein:

- maximale Muskelanspannung über die Dehnbarkeitsgrenze der Sehnen
- ein Tritt, Schlag oder Aufprall auf die maximal gespannte Sehne
- oder eine quere bzw. schräge Krafteinwirkung auf die Sehne.

Daneben finden wir Sehnenverletzungen nach schnell aufeinander folgenden Belastungen ohne spezielles Aufwärmen oder

nach chronischer mechanischer Überlastung der Sehne (im Sinne einer «Materialermüdung»).

Dass eine gesunde Sehne aufgrund einer abrupten Zugbelastung komplett reisst, ist relativ selten; meist braucht es dafür eine ungewöhnlich hohe Krafteinwirkung oder eine entsprechende Vorschädigung. Teilrisse sind vergleichsweise häufiger, können aber ebenso langwierig und hartnäckig sein. Bei Sehnenrissen finden wir nicht selten abgestorbene Sehnenabschnitte (so genannte Nekrosen), Kalkablagerungen und Faserquellungen, die deren mechanische Belastbarkeit vermindern. Während totale Sehnenrisse in der Regel heftige Schmerzen und einen deutlichen Funktionsausfall hervorrufen und deshalb leichter zu diagnostizieren sind, zeigen Teilrisse meist unspezifischere Beschwerden und werden häufig nicht als solche erkannt.

Im Pubertätsalter erhöhte Gefahr von Sehnenrissen

Eine besondere Form von Sehnenrissen kommt vorwiegend bei Jungen und Mädchen in der Pubertät vor und wird durch schnelle und kräftige Bewegungen, typischerweise Sprints und Sprünge, hervorgerufen, die so genannten Apophy-

senaurisse. Diese speziellen Knochenhöcker müssen im Wachstum mit dem übrigen Skelett mitwachsen, weshalb sie weichere, knorpelige Wachstumszonen besitzen, mit denen sie vorübergehend Schwachstellen in der Kraftübertragung darstellen. Bei abrupten, hohen Krafteinsätzen reisst deshalb nicht etwa die Sehne, sondern der knöcherne Anteil der Apophyse. Erst mit Abschluss des Längenwachstums verknöchern auch diese Knorpelzonen und die Apophysen erhalten ihre ursprüngliche Festigkeit zurück.

Gewisse Sportarten weisen eine spezifische Häufung von Sehnenverletzungen auf. So finden wir nicht selten Verletzungen der

- Beugesehnen des Unterarms beim Gewichtheben, Geräteturnen, Werfen
- Achillessehne beim Laufen, Langlauf, Ski alpin, Tennis und Springen
- Strecksehnen der Fingerendglieder beim Basketball und Volleyball
- Beugesehnen der Finger beim Klettern
- langen Sehnen des Daumenstreckers beim Werfen und Stossen.

Überlastungsprobleme der Sehnen können den Sehnen-Muskel-Übergang, den Sehnenkörper selbst, die knöcherne Insertion oder aber das Sehngleitgewebe be-

treffen. Eine Unterscheidung der betroffenen Strukturen tut Not, was zum Beispiel die Vielfalt von Achillessehnenbeschwerden zeigt.

Eine besondere Eigenschaft der Sehnen ist ihre vergleichsweise bescheidene Blutversorgung, die mit zunehmendem Alter weiter abnimmt. Ab dem 30. Lebensjahr kommt es beim Sehngewebe alterationsbedingt zu einem zunehmenden Verlust der Elastizität, was die mechanische Festigkeit der Sehnen reduziert. Im Ansatzbereich findet mit zunehmendem Alter eine Verknöcherung der knorpeligen Übergangszonen statt, verbunden mit einem Verlust an kollagenen Fasern und Kalkeinlagerungen. Dieser Vorgang wird als degenerative Veränderung bezeichnet und betrifft grundsätzlich alle Bindegewebe. Sehnen, die im Alter aufgrund ihrer eingeschränkten Durchblutung besonders häufig degenerative Veränderungen aufweisen, sind die Sehnen der Aussendreher (Rotatorenmanchette) im Schultergelenk und die Achillessehne nahe am Ansatz zum Fersenbein.

Erstaunlicherweise haben aber ältere Leute in der Regel einen grösseren Durchmesser der Achillessehne, obwohl sie meist untrainierter sind und schwächere Muskeln haben. Dies wird dadurch erklärt, dass der Körper die reduzierte mechanische Belastbarkeit der Sehne im Alter durch einen grösseren Querschnitt zu kompensieren versucht.

«Unbedeutende» Sehnen als Ersatz

Akute Sehnenrisse werden in der Regel rasch operiert und die zerrissene Sehne mit speziellen Nahttechniken genäht. Ältere Sehnenrisse werden meist zusätzlich durch das Einflechten von mechanisch unbedeutenden Sehnen (wie die des «Affenhais» am Unterschenkel) zusätzlich verstärkt. Genähte Sehnen werden nach der Operation für kurze Zeit ruhiggestellt und anschliessend aufbauend bewegt und zunehmend belastet. Die Rückkehr zum Sport dauert in der Regel mehrere Monate, bei der Achillessehne meist sogar über ein halbes Jahr. Die Gefahr von erneuten Rissen ist innerhalb der ersten drei Monate nach Sehnenriss unabhängig vom Therapieverfahren erhöht, sie treten aber nach einer operativen Versorgung von Sehnenrupturen seltener auf als bei der nicht operativen Behandlung.

Kleine Sehnenrisse bedürfen seltener einer Operation, auch bei ihnen ist aber durch Ruhigstellung und vorsichtigem Aufbau mit einem Heilungsverlauf über Wochen bis Monate zu rechnen. Ist die Sehne mit der Apophyse am Knochen ausgerissen, so ist eine mehrwöchige Schonung angesagt, bei zu grossem Abstand zwischen den Knochenstücken werden die Bruchenden jedoch operativ verschraubt. Als Folge der Ruhigstellung kommt es nach kurzer Zeit zu einer drastischen Abnahme der Belastbarkeit, wodurch das Verletzungsrisiko der Sehne erheblich steigt. Diese Senkung der Belastbarkeit ist in erster Linie auf eine gesenkte Kollagenproduktion, vor allem aber durch die schlechtere Organisation der Kollagenfasern verursacht, weshalb die Phase der Ruhigstellung möglichst kurz gehalten werden soll.

In der Therapie von Überlastungsbeschwerden von Sehnen hat sich der Einsatz von exzentrischen Übungen (negative, abbremsende Belastungen) der betroffenen Muskel-Sehnen-Einheit als besonders wirksam gezeigt. Dennoch ist die Therapie von Sehnenbeschwerden in der Regel sehr langwierig. Immerhin ist nach einem 12-wöchigen Training eine Dickenzunahme der Sehne von 10% nachzuweisen.

Noch ein Blick in die Zukunft: Mit dem so genannten «Tissue Engineering», einem derzeit noch experimentellen Verfahren, mit dem Ersatzorgane und Ersatzgewebe neu gezüchtet werden können, bietet sich vielleicht schon bald die Möglichkeit an, die originäre Struktur von Sehnen und Bändern wieder herzustellen. Damit steigen die Aussichten, die volle Belastbarkeit der Sehne wieder zu erlangen und vorzeitige degenerative Veränderungen zu vermeiden.

ANZEIGE

OCHSNER SPORT

FREE YOUR BODY | GET MORE



OCHSNER SPORT ACTIVE CAMPS

Erleben Sie sportliche Nordic Walking- und Running-Weekends mit Ochsner Sport und lassen Sie sich von professionellen Instruktoren beraten.

08.-11.09.05 Flims ab Fr. 305.-
15.-18.09.05 Davos ab Fr. 305.-
06.-09.10.05 Grindelwald ab Fr. 365.-

Unterkunft in 4*-Hotels (inkl. HP), Testmaterial und Schuhen sind im Preis inbegriffen. Nähere Informationen finden Sie unter www.ochsner-sport.ch oder Telefon 041/745 72 88

Free your body. Run like a pro.



[59.90]
Adidas Response Men Libatione Shirt



[119.90]
Adidas Response Women Light Jacket



[59.90]
Adidas Response Men T-shirt



[59.90]
Adidas Response Women T-shirt



[199.90]
Adidas Women's Mile Sneaker



[199.90]
Adidas Women's Mile Sneaker

[WWW.OCHSNER-SPORT.CH](http://www.ochsner-sport.ch)

ANZEIGE

.....perfect.timing.....

Wetterstationen Höhenmesser Stoppuhren Pulsuhren

Sandro Spaeth
MTB Profi, Nationalkader
vertraut IROX!
Wir gratulieren herzlich
zum 3. Platz an der MTB
Marathon EM 2005

www.irox.ch